ГЕНЕРАТОР ПОЛНОГО ЦВЕТОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА НА ДВУХ МИКРОСХЕМАХ

Михаил Медведев (г. Петрозаводск)

Генератор телевизионных испытательных сигналов – один из основных приборов телемастера, который всегда желательно иметь под рукой. Современная элементная база позволяет создать генератор, легко помещающийся в кармане, но в то же время обеспечивающий высокое качество испытательных сигналов.

Первые генераторы полного цветового телевизионного сигнала (ПЦТС) собирались на полутора–двух десятках ТТЛ–микросхем и потому отличались громоздкостью и высоким энергопотреблением. Наиболее простые из них не обеспечивали таких стандартных параметров ПЦТС, как длительность кадровых и строчных синхроимпульсов, количество строк на экране и т.п. Моему генератору испытательных телевизионных сигналов на основе игровой приставки DENDY (РЭТ №7, 2000 г.) также присущ ряд недостатков. Из-за конструктивных особенностей приставки размер изображения у этого прибора меньше размера экрана, кроме того, довольно сложно подобрать цветовую палитру так, чтобы тест–изображение вертикальных полос не отличалось от стандартного.

Идея создать генератор на микропроцессоре или микроконтроллере возникла довольно давно, однако большинство прежних серий микроконтроллеров не способно справиться с этой задачей по причине низкого быстродействия. Микроконтроллеры фирмы Intel 8048 и 8051 при сравнительно высокой тактовой частоте выполняют одну операцию за 5 машинных циклов. Они просто «не успевают» сформировать на экране узкую вертикальную полосу. Только благодаря появлению быстродействующих PIC–контроллеров с RISC–архитектурой компании Microchip стало возможно в реальном времени формировать на одной микросхеме синхро– и цветовые сигналы. К тому же PIC–контроллеры 16F84 выпускаются не в 40–, а в 16–выводном корпусе, что позволяет сделать конструкцию прибора компактной. Задача получения ПЦТС из RGB–сигналов успешно решается с помощью микросхемы кодера PAL фирмы Motorola.

За основу генератора взят прибор, разработанный Марчелло Магги (http://www.web-ee.com/Schematics/PatternGenerator/patternb.htm), к нему добавлен высокочастотный модулятор, звуковой генератор и генератор поднесущей звука. Технические параметры генератора:

строчная частота	15 625 Гц
кадровая частота	50 Гц
длительность строчного синхроимпульса	4,8 мкс
количество строк в кадре	625
частота звукового генератора	800 Гц
частота поднесущей звука	6,5 МГц
частота несущей	73 МГц
цветовая система	PAL
количество основных испытательных сигналов	4
амплитуда видеосигнала	1 В
напряжение питания	~12 В
потребляемый ток	250 мА
габаритные размеры	90 × 110 × 40 мм

СХЕМА И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА

Внешний вид генератора приведен на рис. 1 и 2, схема на рис. 3, расположение деталей – на рис. 4, а изображение проводников печатной платы – на рис. 5. Генератор RGB–сигналов собран на микроконтроллере U101 (PIC16F84–10). Переключателями S4, S5 выбирается один из четырех тест–сигналов: цветные вертикальные полосы, сетчатое поле, точечное поле или белый растр. С вывода 6 микроконтроллера смесь кадровых и строчных импульсов поступает на кодер PAL U102 (MC1377). На эту же микросхему через цепочки R101, R107, C106, R102, R106, C105, R103, R105,



Рис. 1. Внешний вид генератора

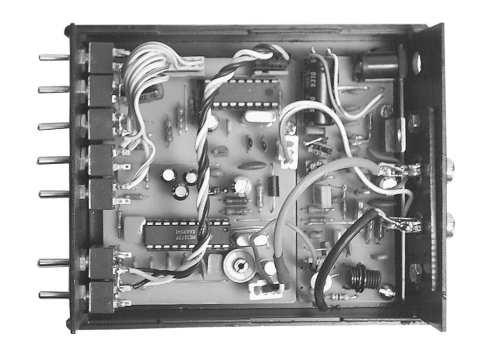


Рис. 2. Генератор со снятой верхней крышкой

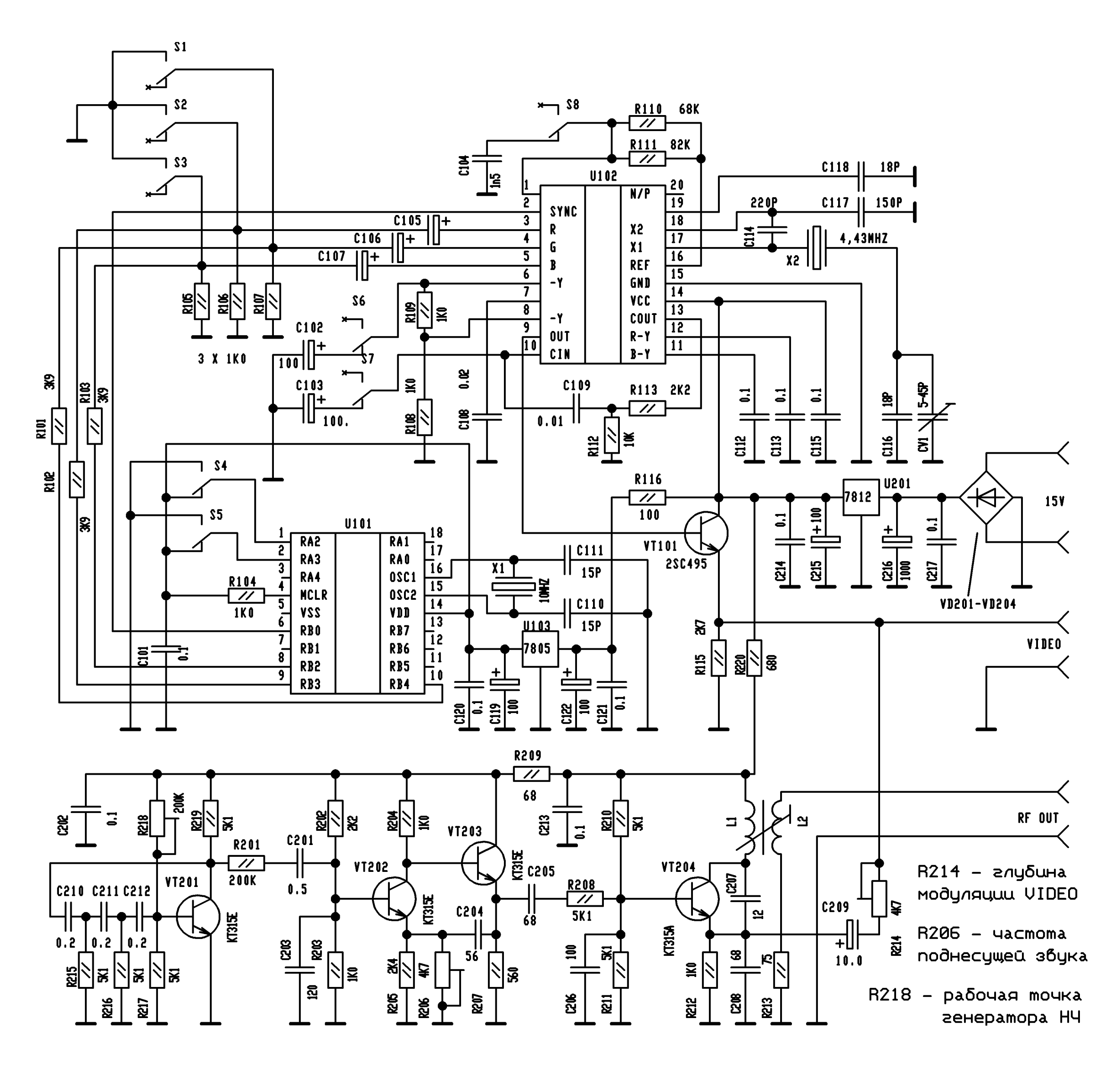


Рис. 3. Принципиальная схема генератора

C107 подаются и RGB-сигналы. Выключателями S1...S3 можно отключить один или несколько основных цветов. Так, например, отключив красный и синий цвета на сигнале «белый растр», получаем зеленый растр. Эти переключатели предназначены для регулировки чистоты цвета или сведения двух из трех лучей на тест-сигнале «сетчатое поле».

Микросхема U102 включена по упрощенной схеме. Из типовой схемы исключены линии задержки и дроссели, но это практически не сказалось на качестве картинки. Выключателем S6 можно отключить яркостный сигнал, выключатель S7 служит для выключения цвета, S8 – для инверсии цвета.

Полный цветовой телевизионный сигнал поступает на эмиттерный повторитель VT101. Этот каскад используется для согласования нагрузки генератора.

Микросхема U101 питается напряжением +5 В от стабилизатора U103 (78L05), все остальные узлы устройства питаются напряжением +12 В от стабилизатора U201 (7812).

На транзисторе VT201 собран классический генератор звуковой частоты. Элементы C210...C212, R215...R217 задают частоту генерации, резистором R218 устанавливается рабочая точка генератора. На транзисторах VT202, VT203 собран генератор поднесущей звука. Это усилитель, охваченный положительной обратной связью (C204, R205, R206). Резистором R206 можно изменять частоту генератора в пределах 3,5...7 МГц. Применение RC-генератора позволило обойтись без колебательного контура и варикапа.

Сигнал звуковой частоты, проходя через цепь R201, C201, попадает на базу VT202 и модулирует звуковую поднесущую по частоте. Частотномодулированный сигнал поднесущей звука через C205, R208 подается на генератор ВЧ и смеситель на транзисторе VT204. На этот транзистор подается и видеосигнал через цепочку C209, R214. На выходе каскада получаем ПЦТС на частоте 1...3-го телевизионного канала.

ДЕТАЛИ И НАСТРОЙКА

Катушка L1 содержит 5 витков провода ПЭЛ-0,5 и намотана на броневом сердечнике от старых лам-

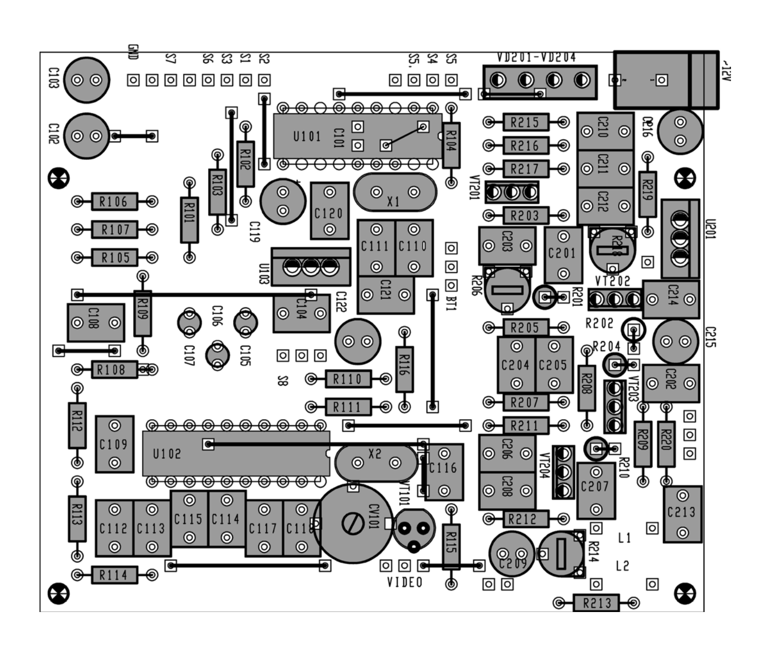


Рис. 4. Расположение деталей

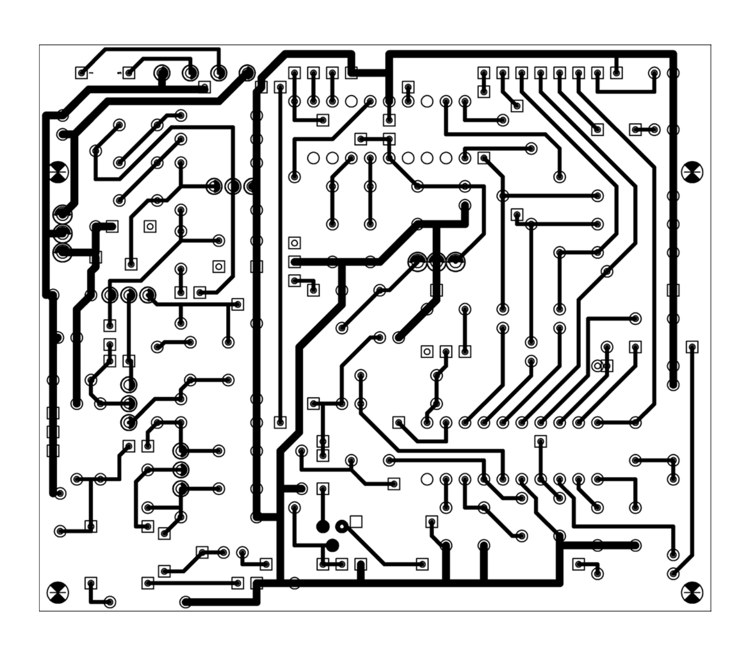


Рис. 5. Печатная плата генератора

повых телевизоров, катушка L2 содержит 2 витка того же провода и намотана поверх L1. Транзистор VT204 лучше применять с буквой А. Транзистор VT201 лучше применять с минимальным $h_{21э}$ – так легче настраивать рабочую точку каскада. Микросхемы U101, U102 желательно устанавливать на панельки. Мост VD201...VD204 типа RS-205L или любой другой, подходящий по цоколевке и размеру.

Печатная плата – односторонняя с проволочными перемычками, расположенными на стороне деталей. На рис. 4 эти перемычки изображены прямыми линиями.

Собрав все устройство, проконтролируйте осциллографом наличие синхроимпульсов на выводе 6 микросхемы U101 и сигналов основных цветов на выводах 8, 9 и 10 микросхемы U101. Далее проверьте наличие низкочастотного видеосигнала на эмиттере VT101. После этого можно подключить выход VIDEO (рис. 3) генератора к низкочастотному входу телевизора. Изменяя емкость конденсатора CV1, добейтесь устойчивого воспроизведения цвета на тест-сигнале «цветовые полосы».

Затем подключите выход генератора RF-OUT к антенному входу телевизора. Установите движок

Прошивка микроконтроллера

0000	85	01	86	01	83	16	FF	30	85	00	86	01	83	12	00	30	0380	1C	30	8D	00	0A	30	8E	00	04	30	90	00	05	30	92	00
0010	97	00	97	0C	AA	30	96	00	85	1D	11	28	05	19	9A	2A	0390	05	30	94	00	06	10	17	30	91	00	00	00	00	00	00	00
0020	BB	29	05	19	08	29	96	0C	03	30	16	1C	04	30	8F	00	03A0	06	14	91	0B	D1	29	00	00	00	00	90	0B	CA	29	00	00
0030	63	30	8D	00	03	30	8E	00	05	30	90	00	05	30	92	00	03B0	06	10	16	30	93	00	93	0B	DB	29	06	14	02	30	95	00
0040	05	30	94	00	06	10	17	30	91	00	00	00	00	00	00	00	03C0	95	0B	E0	29	00	00	92	0B	D8	29	00	00	06	10	17	30
0050	06	14	91	0B	29	28	00	00	00	00	90	0B	22	28	00	00	03D0	91	00	00	00	00	00	00	00	06	14	91	0B	ED	29	00	00
0060	06	10	16	30	93	00	93	0B	33	28	06	14	02	30	95	00	03E0	00	00	94	0B	E6	29	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0070	95	0B	38	28	00	00	92	0B	30	28	00	00	06	10	17	30	03F0	00	00	00	00	00	00	00	00	15	30	00	00	00	00	8C	00
0080	91	00	00	00	00	00	00	00	06	14	91	0B	45	28	00	00	0400	00	00	00	00	00	00	00	00	86	10	00	00	8C	0B	06	2A
0090	00	00	94	0B	3E	28	00	00	86	0D	00	00	00	00	00	00	0410	00	00	06	10	02	30	95	00	95	0B	0C	2A	00	00	00	00
00A0	00	00	00	00	00	00	00	00	15	30	06	1C	1B	3E	8C	00	0420	30	30	8C	00	06	14	8C	0B	13	2A	00	00	8F	0B	09	2A
00B0	06	14	16	1C	5B	28	86	10	00	00	8C	0B	5D	28	00	00	0430	00	00	06	10	02	30	95	00	95	0B	1C	2A	00	00	00	00
00C0	06	10	02	30	95	00	95	0B	63	28	00	00	00	00	30	30	0440	09	30	A0	00	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00D0	8C	00	06	14	8C	0B	6A	28	00	00	8F	0B	60	28	00	00	0450	00	00	00	00	00	00	00	00	1C	30	86	07	86	02	00	00
00E0	06	10	02	30	95	00	95	0B	73	28	00	00	00	00	1F	30	0460	02	30	8C	00	8C	0B	32	2A	A0	0B	2C	2A	00	00	1C	30
00F0	8C	00	06	14	00	00	00	00	00	00	05	30	98	00	99	00	0470	86	07	86	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0100	9A	00	9B	00	9C	00	9D	00	9E	00	9F	00	1D	30	86	00	0480	8D	0B	19	2A	00	00	06	10	02	30	95	00	95	0B	46	2A
0110	98	0B	88	28	19	30	86	00	99	0B	8C	28	15	30	86	00	0490	00	00	00	00	2C	30	8C	00	06	14	00	00	00	00	00	00
0120	9A	0B	90	28	11	30	86	00	9B	0B	94	28	0D	30	86	00	04A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1D	30	86	00
0130	9C	0B	98	28	09	30	86	00	9D	0B	9C	28	05	30	86	00	04B0	8C	0B	58	2A	01	30	86	00	00	00	00	00	00	00	06	10
0140	9E	0B	A0	28	01	30	86	00	9F	0B	A4	28	00	00	00	00	04C0	02	30	95	00	95	0B	62	2A	1C	30	8D	00	2C	30	8C	00
0150	00	00	00	00	8D	0B	70	28	00	00	06	10	02	30	95	00	04D0	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0160	95	0B	B0	28	63	30	8D	00	1F	30	8C	00	06	14	00	00	04E0	00	00	00	00	1D	30	86	00	8C	0B	74	2A	01	30	86	00
0170	00	00	00	00	05	30	98	00	99	00	9A	00	9B	00	9C	00	04F0	8E	0B	19	2A	00	00	06	10	00	00	00	00	00	30	16	18
0180	9D	00	9E	00	9F	00	1D	30	86	00	98	0B	C5	28	19	30	0500	01	30	97	00	00	00	0F	30	00	00	00	00	8C	00	06	14
0190	86	00	99	0B	C9	28	15	30	86	00	9A	0B	CD	28	11	30	0510	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	8C	0B	8D	2A	97	0C
01A0	86	00	9B	0B	D1	28	0D	30	86	00	9C	0B	D5	28	09	30	0520	05	19	0C	28	85	1D	0C	28	00	00	00	00	00	00	00	00
01B0	86	00	9D	0B	D9	28	05	30	86	00	9E	0B	DD	28	01	30	0530	00	00	BB	29	96	0C	00	00	00	00	04	30	8F	00	1C	30
01C0	86	00	9F	0B	E1	28	00	00	00	00	00	00	00	00	8E	0B	0540	8D	00	0A	30	8E	00	04	30	90	00	05	30	92	00	05	30
01D0	70	28	00	00	06	10	00	00	00	00	00	30	16	18	01	30	0550	94	00	06	10	17	30	91	00	00	00	00	00	00	00	06	14
01E0	97	00	00	00	0F	30	16	18	18	3E	8C	00	06	14	16	1C	0560	91	0B	B0	2A	00	00	00	00	90	0B	A9	2A	00	00	06	10
01F0	F9	28	00	00	00	00	8C	0B	FB	28	97	0C	05	19	0C	28	0570	16	30	93	00	93	0B	BA	2A	06	14	02	30	95	00	95	0B
0200	85	19	0C	28	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	13	28	0580	BF	2A	00	00	92	0B	B7	2A	00	00	06	10	17	30	91	00
0210	96	0C	03	30	16	1C	04	30	8F	00	63	30	8D	00	03	30	0590	00	00	00	00	00	00	06	14	91	0B	CC	2A	00	00	00	00
0220	8E	00	05	30	90	00	05	30	92	00	05	30	94	00	06	10	05A0	94	0B	C5	2A	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0230	17	30	91	00	00	00	00	00	00	00	06	14	91	0B	1E	29	05B0	00	00	00	00	00	00	15	30	00	00	00	00	8C	00	00	00
0240	00	00	00	00	90	0B	17	29	00	00	06	10	16	30	93	00	05C0	00	00	00	00	00	00	86	10	00	00	8C	0B	E5	2A	00	00
0250	93	0B	28	29	06	14	02	30	95	00	95	0B	2D	29	00	00	05D0	06	10	02	30	95	00	95	0B	EB	2A	00	00	00	00	30	30
0260	92	0B	25	29	00	00	06	10	17	30	91	00	00	00	00	00	05E0	8C	00	06	14	8C	0B	F2	2A	00	00	8F	0B	E8	2A	00	00
0270	00	00	06	14	91	0B	3A	29	00	00	00	00	94	0B	33	29	05F0	06	10	02	30	95	00	95	0B	FB	2A	00	00	00	00	30	30
0280	00	00	86	0D	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0600	8C	00	06	14	8C	0B	02	2B	00	00	8D	0B	F8	2A	00	00
0290	00	00	15	30	06	1C	1B	3E	8C	00	06	14	16	1C	50	29	0610	06	10	02	30	95	00	95	0B	0B	2B	00	00	00	00	09	30
02A0	86	10	00	00	8C	0B	52	29	00	00	06	10	02	30	95	00	0620	A0	00	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02B0	95	0B	58	29	00	00	00	00	30	30	8C	00	06	14	8C	0B	0630	00	00	00	00	00	00	1C	30	86	07	86	02	00	00	02	30
02C0	5F	29	00	00	8F	0B	55	29	00	00	06	10	02	30	95	00	0640	8C	00	8C	0B	21	2B	A0	0B	1B	2B	00	00	1C	30	86	07
02D0	95	0B	68	29	00	00	00	00	2C	30	8C	00	06	14	00	00	0650	86	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02E0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0660	00	00	00	00	06	10	02	30	95	00	95	0B	35	2B	1C	30
02F0	1D	30	86	00	8C	0B	7A	29	01	30	86	00	8D	0B	65	29	0670	8D	00	09	30	A0	00	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00
0300	00	00	06	10	02	30	95	00	95	0B	84	29	63	30	8D	00	0680	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	1C	30	86	07	86	02
0310	2C	30	8C	00	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0690	00	00	02	30	8C	00	8C	0B	4B	2B	A0	0B	45	2B	00	00
0320	00	00	00	00	00	00	00	00	1D	30	86	00	8C	0B	96	29	06A0	1C	30	86	07	86	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0330	01	30	86	00	8E	0B	65	29	00	00	06	10	00	00	00	00	06B0	00	00	8E	0B	F8	2A	00	00	06	10	00	00	00	00	00	30
0340	00	30	16	18	01	30	97	00	00	00	0F	30	16	18	18	3E	06C0	16	18	01	30	97	00	00	00	0F	30	00	00	00	00	8C	00
0350	8C	00	06	14	16	1C	AC	29	00	00	00	00	8C	0B	AE	29	06D0	06	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	8C	0B	6E	2B
0360	97	0C	05	1D	0C	28	85	19	0C	28	00	00	00	00	00	00	06E0	97	0C	05	1D	0C	28	85	1D	0C	28	00	00	00	00	00	00
0370	00	00	00	00	08	29	96	0C	00	00	00	00	04	30	8F	00	06F0	00	00	00	00	9A	2A										

резистора R214 в среднее положение и настройте телевизор в диапазоне 1...5 каналов на прием ВЧ-сигнала генератора. При необходимости подстройте катушку L1 для получения изображения без помех. После этого резистором R204 добейтесь яркой картинки без искажений и срывов синхронизации.

Регулировкой резистора R206 добейтесь исчезновения рокота в звуковом сигнале телевизора. Затем, регулируя R218, добейтесь неискаженного сигнала частотой 800 Гц в динамике телевизора. Прошивка микроконтроллера приводится в таблице.